



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15969.7—2008/IEC 61131-7:2000  
代替 GB/T 17165.3—2001

---

## 可编程序控制器 第 7 部分：模糊控制编程

Programmable controllers—Part 7: Fuzzy control programming

(IEC 61131-7:2000, IDT)

2008-06-30 发布

2009-01-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
可 编 程 序 控 制 器  
第 7 部 分：模 糊 控 制 编 程

GB/T 15969.7—2008/IEC 61131-7:2000

\*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号  
邮 政 编 码：100045

网 址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电 话：68523946 68517548

中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷

各 地 新 华 书 店 经 销

\*

开 本 880×1230 1/16 印 张 3.25 字 数 89 千 字

2008 年 11 月 第 一 版 2008 年 11 月 第 一 次 印 刷

\*

书 号：155066·1-33935

如 有 印 装 差 错 由 本 社 发 行 中 心 调 换

版 权 专 有 侵 权 必 究

举 报 电 话：(010)68533533

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 模糊控制在可程序控制器中的集成 .....	3
5 模糊控制语言(FCL) .....	3
5.1 模糊控制程序的交换 .....	3
5.2 模糊控制语言元素 .....	4
5.3 模糊控制语言(FCL)示例 .....	11
5.4 模糊控制语言(FCL)的产生式规则和关键字 .....	12
6 相符性 .....	15
6.1 模糊控制语言(FCL)的相符性等级 .....	15
6.2 数据检查清单 .....	17
附录 A (资料性附录) 理论 .....	18
附录 B (资料性附录) 示例 .....	29
附录 C (资料性附录) 工业实例:集装箱吊车 .....	31
附录 D (资料性附录) 在规则块中使用变量的例子 .....	39
附录 E (资料性附录) 符号、缩写、同义词 .....	42
图 1 用功能块图 FBD 表示的模糊控制功能块示例 .....	3
图 2 模糊控制语言(FCL)程序的数据交换 .....	4
图 3 使用 ST 语言和 FBD 语言的功能块接口说明示例 .....	5
图 4 上(下)界型示例 .....	6
图 5 隶属函数的变量用法示例 .....	6
图 6 单点集语言项的示例 .....	7
图 7 模糊功能块示例 .....	11
图 8 相符性等级 .....	15
图 A.1 语言项“法定年龄”和“成年人”的隶属函数 .....	18
图 A.2 用语言形描述语言变量“年纪”和其在时间尺度(年龄)上的对应关系 .....	19
图 A.3 常用的隶属函数的形状 .....	19
图 A.4 两个隶属函数之间运算的算法 .....	21
图 A.5 模糊控制的结构和功能元素 .....	22
图 A.6 模糊化原理(示例) .....	22
图 A.7 用控制规则形式表示的知识库 .....	22
图 A.8 两个变量的矩阵表示 .....	23
图 A.9 推理元素 .....	23
图 A.10a) 聚集原理(举例说明) .....	24
图 A.10b) 激活原理(举例说明) .....	24
图 A.10c) 综合原理(举例说明) .....	25
图 A.11a) 清晰化方法 .....	25

图 A.11b)	左取大和右取大的区别	26
图 A.11c)	面积中心线和重心的区别	26
图 A.11d)	清晰化方法	27
图 A.12a)	模糊控制器:基本结构	27
图 A.12b)	模糊控制器示例	28
图 B.1	预先控制示例	29
图 B.2	参数自适应调整举例	29
图 B.3	直接模糊控制示例	30
图 C.1	工业实例:集装箱吊车	31
图 C.2	吊车头与目的地之间的“距离”语言变量	31
图 C.3	集装箱和吊车头形成的“角度”语言变量	32
图 C.4	“功率”语言变量	32
图 C.5	规则库	32
图 C.6	“距离”语言变量的模糊化	33
图 C.7	“角度”语言变量的模糊化	33
图 C.8	三个规则的子集	34
图 C.9	聚集的元素	34
图 C.10	聚集原理	34
图 C.11	激活的元素	35
图 C.12	激活原理	35
图 C.13	综合的元素	36
图 C.14	综合原理	36
图 C.15	清晰化	37
图 C.16	FCL 应用实例	37
图 D.1	受控系统原理	39
图 D.2	烤炉的模糊控制原理	39
图 D.3	规则块	39
图 D.4	FCL 示例	40
表 1	清晰化方法	7
表 2	清晰化方法的公式	7
表 3	OR 和 AND 对偶算法	8
表 4	激活方法	9
表 5	综合方法	9
表 6	运算符优先级	10
表 7	保留关键字	14
表 8	FCL 基本级语言元素(必备)	16
表 9	FCL 扩展级语言元素(可选)	16
表 10	开放级语言元素清单示例	17
表 11	数据检查清单	17
表 A.1	推理步骤和常用算法	24
表 C.1	推理步骤和指定的运算符	32
表 E.1	符号、缩写	42
表 E.2	同义词	42

## 前 言

GB/T 15969《可编程序控制器》分为以下几部分：

- 第 1 部分：通用信息；
- 第 2 部分：设备特性；
- 第 3 部分：编程语言；
- 第 4 部分：用户导则；
- 第 5 部分：通信；
- 第 6 部分：基于现场总线的可编程控制器通信；
- 第 7 部分：模糊控制编程。

本部分为 GB/T 15969 的第 7 部分。

本部分等同采用 IEC 61131-7:2000《可编程序控制器 第 7 部分：模糊控制编程》(英文版)。

根据 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》，对 IEC 61131-7:2000 进行了下列编辑性修改：

- a) “本标准”改为了“本部分”；
- b) 删除了 IEC 61131-7:2000 的前言；
- c) 凡有“IEC 61131”的地方改为“GB/T 15969”；
- d) 用小数点“.”代替作小数点的逗号“,”；

本部分代替 GB/T 17165.3—2001《模糊控制装置和系统 第 3 部分：可编程控制器 模糊控制编程》。

本部分与 GB/T 17165.3-2001 相比，主要变化如下：

- 将“模糊控制装置和系统 第 3 部分：可编程控制器 模糊控制编程”改为了“可编程序控制器 第 7 部分：模糊控制编程”；
- 将标准号由“GB/T 17165.3—2001”改为“GB/T 15969.7—2008”；
- “定义”改为“术语和定义”(GB/T 17165.3—2001 的第 3 章；本部分的第 3 章)；
- 将第 3 章中术语的排列顺序，按照 IEC 61131-7:2000 中术语的排列顺序进行了调整 (GB/T 17165.3—2001 的第 3 章；本部分的第 3 章)；
- 根据 GB/T 1.1—2000，进行了重新排版。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 都是资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会第五分技术委员会归口。

本部分负责起草单位：西南大学、中国四联仪器仪表集团。

本部分参加起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、北京机械工业自动化研究所。

本部分主要起草人：唐雁、陈映萍、黄巧莉、刘进。

本部分参加起草人：冯晓升、谢兵兵。

本部分所代替标准的历次发布情况为：

- GB/T 17165.3—2001。

# 可编程序控制器

## 第 7 部分:模糊控制编程

### 1 范围

GB/T 15969 的本部分定义了可在可编程控制器中应用模糊控制的编程语言。

本部分规定了制造商和用户将模糊控制应用集成于 GB/T 15969.3—2005 规定的可编程序控制器语言中的基本方法,以及在不同编程系统之间交换可移植模糊控制程序的可能性。

为了帮助读者理解本部分内容,附录 A 简单介绍了模糊控制和模糊逻辑的最基本内容。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 15969 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2900.56—2002 电工术语 自动控制(IEC 60050-351:1998,IDT)

GB/T 15969.3—2005 可编程序控制器 第 3 部分:编程语言(IEC 61131-3:2002,IDT)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

其他有关编程语言的定义由 GB/T 15969.3—2005 确定。

注:本章定义的术语在定义主体中以黑体字出现。

#### 3.1

##### **综合 accumulation**

把各条控制规则推理的结果汇总成一个总的推理结果。

注:即推理结果的聚集。

#### 3.2

##### **聚集 aggregation**

由一条规则的多个子条件的隶属度计算该条规则条件(前件部分)的满足程度。

注:即确定一条规则的激活程度。

#### 3.3

##### **激活 activation**

规则条件的满足程度作用于一个输出模糊集的过程。

#### 3.4

##### **结论 conclusion**

简单或多维模糊条件语句“若……,则……”中的“则……”部分。

注:控制规则的输出,也称后件(consequent)。

#### 3.5

##### **条件 condition**

简单或多维模糊条件语句“若……,则……”中的“若……”部分。

注:也称前件(antecedent),由模糊算子 AND,OR,NOT 结合各子条件组成的一个表达式。